

Fachbereich 3 (5 Ex)
alle Institute des FB 3
Naturwissenschaftliche Fakultät
Abteilung 36 (30 Ex)

Aushang

Nr. 301
01.04.2004
Herausgegeben vom
Präsidenten der
Technischen Universität
Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig

Redaktion:
TU-Abteilung 36
Pockelsstraße 14
38106 Braunschweig
Tel. 0531/391-4308
Fax 0531/391-4300

Prüfungsordnung

für Masterstudiengang Chemie

an der Technischen Universität Braunschweig

Hiermit wird die vom Fachbereichsrat des Fachbereichs für Chemie und Pharmazie beschlossene und vom Präsidenten im Auftrag des Präsidiums am 29.03.2004 genehmigte Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie an der Technischen Universität Braunschweig hochschulöffentlich bekanntgemacht.

Die Ordnung tritt am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung, am 02.04.2004, in Kraft.

Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Chemie an der Technischen Universität Braunschweig

Aufgrund §§ 6, 44 Abs. 1 des Niedersächsischen Hochschulgesetzes hat die Technische Universität Braunschweig, Fachbereich für Chemie und Pharmazie, die nachstehende Prüfungsordnung beschlossen:

§ 1

Zweck der Prüfung

Mit der Verleihung des Mastergrades wird ein berufsqualifizierender Abschluss des Studiums erreicht. Der Masterstudiengang baut auf einen entsprechenden Bachelorstudiengang auf (konsekutiver Studiengang). Durch die Masterprüfung soll festgestellt werden, ob der Prüfling die für den Übergang in die Berufspraxis notwendigen gründlichen Fachkenntnisse erworben hat, die wesentlichen Zusammenhänge des studierten Fachs überblickt und die Fähigkeit besitzt, wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden und in deutscher und englischer Sprache angemessen zu kommunizieren. Sie stellt eine Qualifikation dar, die mit Mastergraden von ausländischen Universitäten vergleichbar ist und damit zur internationalen Mobilität der Prüflinge beiträgt.

§ 2

Hochschulgrad

Nach bestandener Masterprüfung verleiht die Hochschule den akademischen Grad "Master of Science" (abgekürzt: "M. Sc.") im Fach Chemie. Darüber stellt die Hochschule Urkunden mit dem Datum des Zeugnisses aus (Anlagen 1a und 1b).

§ 3

Dauer und Gliederung des Studiums, Freiversuch

- (1) Die Studienzeit, in der das Studium abgeschlossen werden kann, beträgt einschließlich der Masterarbeit vier Semester (Regelstudienzeit).
- (2) Das Lehrangebot ist so zu gestalten, dass die Studierenden das Studium innerhalb der Regelstudienzeit, spätestens aber sechs Monate nach ihrem Ablauf abschließen können.
- (3) Das Studium umfasst Lehrveranstaltungen des Pflicht-, des Wahlpflicht- sowie des Wahlbereichs. Der zeitliche Gesamtumfang der Lehrveranstaltungen liegt bei ca. 60 Semesterwochenstunden (SWS); der Arbeitsaufwand entspricht 120 Leistungspunkten.
- (4) Besonders qualifizierte Studierende können nach 2 Semestern in den Promotionsstudiengang Chemie an der TU Braunschweig wechseln; das Nähere regelt die Ordnung über die Feststellung der Eignung und die Zulassung für den Promotionsstudiengang Chemie.
- (5) Das Studium untergliedert sich in einen Schwerpunktbereich (§ 11), auf den mindestens 40 Leistungspunkte entfallen, und einen Naturwissenschaftlichen Differenzierungsbereich (§ 12), der den Studierenden ermöglicht, je nach späterem Berufsziel aus dem für Fortgeschrittene in anderen Gebieten der Chemie oder in anderen naturwissenschaftlichen Fächern vorgehaltenen Angebot Module im Umfang von mindestens 30 Leistungspunkten zu wählen. Zwischen 8 und 20 Leistungspunkte entfallen auf den nichtnaturwissenschaftlichen Bereich (§ 13), dem Lehrveranstaltungen mit interdisziplinären und handlungsorientierten Angeboten zur Vermittlung von überfachlichen und berufspraktischen Qualifikationen/Kompetenzen zugeordnet sind. Sofern im zuletzt genannten Gebiet weniger als 20 Leistungspunkte erarbeitet wurden, müssen im Umfang dieser Differenz entsprechend mehr Leistungspunkte in dem Schwerpunktbereich und/oder dem Naturwissenschaftlichen Differenzierungsbereich erworben werden. Insgesamt sind in den 3 Bereichen Lehrveranstaltungen im Gesamtumfang von 90 Leistungspunkten nachzuweisen.
- (6) Erstmals nicht bestandene Fachprüfungen gelten als nicht unternommen, wenn sie als Freiversuche nach Satz zwei bis vier einzustufen sind. Sämtliche Fachprüfungen des 1. Semesters sind Freiversuche. Im 2. Semester gelten alle Fachprüfungen als Freiversuche, sofern im 1. Fachsemester mindestens 30 Leistungspunkte erzielt wurden; ansonsten reduzieren sich die Freiversuchsmöglichkeiten dementsprechend. Für die weiteren Fachsemester gilt Satz drei entspre-

chend. Ein zweiter Freiversuch ist ausgeschlossen. Bei einer Unterbrechung des Studiums wegen Krankheit oder eines anderen zwingenden Grundes kann der Prüfungsausschuss auf Antrag abweichend von Satz zwei bis vier in angemessenem Umfang weitere Fachprüfungen als Freiversuche genehmigen. Der Antrag ist vor der Teilnahme an der Prüfung zu stellen. Im Rahmen des Freiversuches bestandene Fachprüfungen können auf Antrag der oder des Studierenden an den Prüfungsausschuss zum nächsten Prüfungstermin zur Notenverbesserung einmal erneut abgelegt werden; dabei zählt das jeweils bessere Ergebnis.

§ 4

Zusatzprüfungen

- (1) Studierende können über den in § 3 Abs. 5 Satz 4 genannten Umfang hinaus Leistungspunkte erwerben, solange die Studien- und Prüfungsleistungen i. S. v. § 8 Abs. (2) nicht vollständig erbracht sind. Wenn in einem Bereich die Mindestzahl an Leistungspunkten noch nicht erreicht ist, kann der Studierende vor der Anmeldung zur Prüfung beim Prüfungsausschuss beantragen, dass die Prüfung als Zusatzprüfung gewertet werden soll, sofern es sich nicht um eine Pflichtprüfung handelt.
- (2) Das Ergebnis der Zusatzprüfungen und die erreichte Zahl der Leistungspunkte wird in das Zeugnis aufgenommen, bei der Bildung des Notendurchschnitts und der Festsetzung der Gesamtnote allerdings nicht mit einbezogen. Auf Antrag der oder des Studierenden wird statt der Note für sämtliche Zusatzprüfungen „bestanden“ im Zeugnis aufgeführt.
- (3) Wenn in einem Bereich Leistungspunkte durch Zusatzprüfungen erworben wurden, können auf Antrag der oder des Studierenden diese Leistungen statt vorher erbrachter Leistungen des gleichen Bereiches bei der Bildung des Notendurchschnitts und der Gesamtnote berücksichtigt werden. Dies gilt nicht für Pflichtprüfungen, die im Anhang 3 mit # gekennzeichnet sind. Der Umfang der ersetzten früheren Leistungen darf bezogen auf das gesamte Studium insgesamt 9 Leistungspunkte nicht überschreiten.

§ 5

Zulassung zu Fachprüfungen

- (1) Ein Prüfling muss sich für jede Prüfung, die er in einem Semester ablegen will, zu den von den jeweils Prüfenden angegebenen Zeiten anmelden. Einzelheiten regelt der Prüfungsausschuss. Zu den Prüfungen ist zuzulassen, wer die notwendigen Prüfungsvorleistungen erbracht hat.
- (2) Die Zulassung wird versagt, wenn
 - a) die Zulassungsvoraussetzungen nicht erfüllt sind oder
 - b) im Studiengang Chemie mit dem Abschluss „Master of Science“ an einer Universität oder gleichgestellten Hochschule in der Bundesrepublik Deutschland bereits eine oder mehrere Fachprüfungen endgültig nicht bestanden sind oder der Prüfungsanspruch verloren wurde.
- (3) Die Bekanntgabe der Zulassung einschließlich der Prüfungstermine und der Versagung der Zulassung erfolgt nach § 41 des Verwaltungsverfahrensgesetzes (VwVfG). Die Versagung der Zulassung erfolgt schriftlich.

§ 6

Prüfungsausschuss

- (1) Die Organisation der Prüfungen obliegt dem Prüfungsausschuss, der auch die Einhaltung der Bestimmungen der Prüfungsordnung überwacht. Er berichtet dem Fachbereich regelmäßig über die Entwicklung der Studienzeiten. Der Prüfungsausschuss gibt Anregungen zur Reform des Studienplanes und der Prüfungsordnung.
- (2) Der Prüfungsausschuss hat sieben stimmberechtigte Mitglieder, und zwar fünf Mitglieder der Professorengruppe, ein Mitglied der Gruppe der Wissenschaftlichen Mitarbeiter und ein Mitglied der Studierendengruppe. Die Mitglieder werden vom Fachbereich bestimmt und wählen aus ihrer Mitte eine den Vorsitz führende Person und deren Stellvertreterin oder Stellvertreter, die Professorinnen oder Professoren sein müssen.
- (3) Die Amtszeit der Mitglieder beträgt zwei Jahre, die des studentischen Mitglieds ein Jahr.
- (4) Der Ausschuss beschließt mit einfacher Mehrheit; bei Stimmgleichheit gibt die Stimme der oder des Vorsitzenden den Ausschlag. Die Mitglieder des Prüfungsausschusses haben das Recht, der Abnahme der Prüfungen beizuwohnen.

- (5) Die Mitglieder des Prüfungsausschusses und die Prüfenden unterliegen der Amtsverschwiegenheit. Sofern sie nicht im öffentlichen Dienst stehen, sind sie durch den Vorsitzenden zur Verschwiegenheit zu verpflichten.
- (6) Der Prüfungsausschuss bestellt die Prüfer gemäß § 16 Abs. (1); die Benennung der Beisitzer kann widerruflich den Prüfern überlassen werden.

§ 7

Mentorin bzw. Mentor

- (1) Der oder die Studierende soll sich eine Hochschullehrerin oder einen Hochschullehrer (Erstprüfer gemäß § 15 Abs. 2), möglichst in dem angestrebten Schwerpunktbereich (§ 11) suchen, die bzw. der bereit ist, sie bzw. ihn als Mentorin bzw. Mentor zu betreuen. Auf Anfrage ordnet die Studiendekanin bzw. der Studiendekan der oder dem Studierenden eine Mentorin bzw. einen Mentor zu. Die oder der Studierende kann die Mentorin bzw. den Mentor wechseln.
- (2) Bei der Planung des Studiums werden die Studierenden durch die Mentorin oder den Mentor individuell beraten.
- (3) Neben der Mentorin oder dem Mentor stehen alle Mitglieder des Lehrkörpers für das Fach Chemie im Rahmen ihrer Fachgebiete als Ansprechpartner und Berater für die Studierenden zu Fragen der Gestaltung des Studiums zur Verfügung.
- (4) Die Studierenden sollen eine Beratung insbesondere in folgenden Fällen in Anspruch nehmen: zu Beginn des Studiums, bei der Wahl des Schwerpunktbereichs, bei der Zusammenstellung der Module des Naturwissenschaftlichen Differenzierungsbereichs und des Nichtnaturwissenschaftlichen Bereichs sowie nach nicht bestandenen Prüfungen.

§ 8

Leistungspunkte

- (1) Für erfolgreich absolvierte Studien- und Prüfungsleistungen werden Noten und Leistungspunkte nach dem European Credit Transfer System (ECTS) vergeben. Einzelheiten ergeben sich aus den Anlagen 3 und 4. Die Anzahl der Leistungspunkte (Credits) ist ein Maß für die Arbeitsbelastung einer bzw. eines durchschnittlich begabten Studierenden für Anwesenheit, sowie Vor- und Nachbereitung. Ein Leistungspunkt entspricht einem zeitlichen Aufwand von etwa 30 Arbeitsstunden. Ein Studiensemester hat in der Regel einen Wert von 30 Leistungspunkten. Somit ergeben sich jährlich 1800 Arbeitsstunden; dabei wird von 40 bis 45 Arbeitswochen im Jahr ausgegangen. Die Vergabe der Leistungspunkte setzt voraus, dass die Studierenden die jeweils zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten erworben haben.
- (2) Ein Prüfling muss für das Masterstudium Module und die Masterarbeit mit einem Gesamtwert von mindestens 120 Leistungspunkten (ECTS-Punkte) abschließen. Die Leistungspunkte sollen wie folgt nachgewiesen werden:
 - a) mindestens 40 ECTS-Punkte aus Modulen für Fortgeschrittene in einem der Schwerpunktbereiche des § 11 Abs. 2,
 - b) mindestens 30 ECTS-Punkte aus Modulen für Fortgeschrittene in anderen Gebieten der Chemie oder anderen naturwissenschaftlichen Fächern (§ 12),
 - c) zwischen 8 und 20 ECTS-Punkte aus nichtnaturwissenschaftlichen Fachgebieten (§3 Abs. 5; § 13),
 - d) 30 ECTS-Punkte durch die Anfertigung der Masterarbeit und ihre mündliche Verteidigung (§ 15).

Der Prüfungsausschuss - kann abgesehen von Buchstabe d) - Abweichungen von dieser Aufteilung auf Antrag der bzw. des Studierenden nach Stellungnahme der Mentorin bzw. des Mentors genehmigen.
- (3) Der Erwerb deutscher Sprachkenntnisse durch ausländische Studierende innerhalb von fünf Jahren vor Beginn des Masterstudiums kann unter den Voraussetzungen des § 9 Abs. (1) auf die Studien- und Prüfungsleistungen gemäß Absatz 2 c) angerechnet werden. Der Antrag auf Anrechnung soll zu Beginn des Masterstudiums an den Prüfungsausschuss gestellt werden; er ist spätestens bis zum Ende des ersten Semesters zu stellen.

§ 9

Anrechnung von Studienzeiten, Studien- und Prüfungsleistungen sowie Leistungspunkten

- (1) Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in demselben Studiengang an einer Universität oder gleichgestellten Hochschule in der Bundesrepublik Deutschland werden ohne Gleichwertigkeitsfeststellung angerechnet. Ansonsten ist die Gleichwertigkeit festzustellen, wenn Studienzeiten, Studienleistungen und Prüfungsleistungen in Inhalt, Umfang und in den Anforderungen denjenigen des Studienganges, für den die Anrechnung beantragt wird, im wesentlichen entsprechen. Dabei ist kein schematischer Vergleich, sondern eine Gesamtbetrachtung und Gesamtbewertung im Hinblick auf die Bedeutung der Leistungen für den Zweck der Prüfungen nach § 1 vorzunehmen. Bei einem Wechsel aus dem Promotionsstudiengang Chemie zurück in den Masterstudiengang können Studienleistungen anerkannt werden. Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss genehmigen, dass während des Promotionsstudiums erzielte Forschungsergebnisse zur Masterarbeit verwendet werden dürfen. Für die Feststellung der Gleichwertigkeit eines ausländischen Studienganges sind die von der Kultusministerkonferenz und der Hochschulrektorenkonferenz gebilligten Äquivalenzvereinbarungen oder andere zwischenstaatliche Vereinbarungen maßgebend. Soweit Vereinbarungen nicht vorliegen oder eine weitergehende Anrechnung beantragt wird, entscheidet der Prüfungsausschuss über die Gleichwertigkeit. Zur Aufklärung der Sach- und Rechtslage kann eine Stellungnahme der Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen eingeholt werden. Abweichende Anrechnungsbestimmungen aufgrund von Vereinbarungen mit ausländischen Hochschulen bleiben unberührt.
- (2) Werden Studien- und Prüfungsleistungen angerechnet, werden die Leistungspunkte und die Noten - soweit die Notensysteme vergleichbar sind - übernommen und in die Berechnung der Gesamtnote einbezogen. Bei unvergleichbaren Notensystemen wird der Vermerk "bestanden" aufgenommen. Eine Kennzeichnung der Anrechnung im Zeugnis ist zulässig.
- (3) Studienleistungen, die mehr als fünf Jahre vor Beginn des Masterstudiums erbracht wurden, werden nicht anerkannt. Die Anerkennung einer Abschlussarbeit als Masterarbeit ist nur zulässig, wenn entsprechende Vereinbarungen mit Partnerhochschulen dieses vorsehen.

§ 10

Art und Umfang der Prüfungen

- (1) Die Masterprüfung besteht aus
 1. den Prüfungsleistungen im
 - a) Schwerpunktbereich (§ 11),
 - b) Naturwissenschaftlichen Differenzierungsbereich (§ 12) und
 - c) Nichtnaturwissenschaftlichen Bereich (§ 13) und
 2. der Masterarbeit und deren Verteidigung (§ 14, § 15)
 Den Bereichen 1a), 1b) und 1c) sind Module zugeordnet. Der erfolgreiche Abschluss dieser Module setzt voraus, dass der Prüfling die entsprechenden Leistungspunkte erhalten hat.
- (2) Die folgenden Module (Anhang 3) sind Pflicht für alle Studierenden
 - a) Modul AC-M1 (Wahlpflichtvorlesung, Praktikum Analytische Chemie)
 - b) Modul OC-M1 (Vorlesung Reaktionsmechanismen (OC3))
(sofern nicht im BSc-Studium erbracht)
 - c) Modul PC-M1 (Wahlpflichtvorlesung mit Übung)
 - d) Modul TC-M1 (Exkursion Technische Chemie)

§ 11

Studien- und Prüfungsleistungen im Schwerpunktbereich

- (1) Die Studien- und Prüfungsleistungen im Schwerpunktbereich sollen die Studierenden an die Forschung in dem gewählten Bereich herantühren.
- (2) Als Schwerpunktbereich (Anlage 3) sind wählbar:
 - Anorganische Chemie,
 - Organische Chemie,
 - Physikalische Chemie oder
 - Technische Chemie in Kombination mit Lehrangeboten der Kohlenhydratchemie und der Makromolekularen Chemie.

Außerdem sind Teilgebiete der Chemie oder Kombinationen unter Einbeziehung von Angeboten anderer Fachbereiche wählbar, sofern ein ausreichend breites Lehrangebot besteht, z.B.:

- Makromolekulare Chemie mit Lehrangeboten insbesondere aus: Technische Chemie und Kohlenhydratchemie
- Kohlenhydratchemie mit Lehrangeboten insbesondere aus: Technische Chemie und Makromolekulare Chemie
- Biochemie mit Lehrangeboten insbesondere aus: Biotechnologie und Zellbiologie
- Theoretische Chemie mit Lehrangeboten, insbesondere aus: Computerunterstützter Chemie, Physikalischer Chemie, Informatik, Mathematik, Physik, Theoretischer Physik.
- Umweltchemie mit Lehrangeboten insbesondere aus: Anorganischer Chemie, Organischer Chemie, Physikalischer Chemie
- Lebensmittelchemie mit Lehrangeboten insbesondere aus: Kohlenhydratchemie, Biochemie und Ökologischer Chemie.

Weitere Schwerpunktbereiche können durch Beschluss des Fachbereichs zugelassen werden.

§ 12

Studien- und Prüfungsleistungen aus anderen Gebieten der Chemie oder naturwissenschaftlichen Fächern (Naturwissenschaftlicher Differenzierungsbereich)

Die weiteren Studien- und Prüfungsleistungen müssen aus Fachgebieten außerhalb des Schwerpunktbereiches gewählt werden und zeigen, dass für den Beruf notwendige fachliche Kenntnisse und Fähigkeiten auch außerhalb des Schwerpunktbereichs erworben worden sind. Die unter § 10 Abs. 2 genannten Pflichtmodule werden in diesem Bereich anerkannt, soweit sie nicht Bestandteil der Leistungen im Schwerpunktbereich sind.

§ 13

Studien- und Prüfungsleistungen aus nichtnaturwissenschaftlichen Fächern/Fachgebieten (Nichtnaturwissenschaftlicher Bereich)

Mit dem Studienabschluss soll der Prüfling zeigen, dass er auch außerhalb seiner Fachgebiete gemäß § 11 und § 12 berufsqualifizierende Kenntnisse und Fähigkeiten erworben hat. Die Studien- und Prüfungsleistungen können aus beliebigen Fächern/Fachgebieten außerhalb des naturwissenschaftlichen Bereichs mit Zustimmung des Prüfungsausschusses gewählt werden. Sie sollen zeigen, dass ein über dem Anfänger-/Einführungsniveau liegender Qualifikationsstand in dem jeweiligen Fachgebiet erreicht worden ist. Aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sollen mindestens 8 ECTS-Punkte eingebracht werden.

§ 14

Anmeldung zur Masterarbeit

- (1) Zur Anmeldung der Masterarbeit sind folgende Unterlagen dem Prüfungsausschuss vorzulegen.
 - a) Nachweis der Immatrikulation an der Technischen Universität Braunschweig im Masterstudiengang Chemie,
 - b) Nachweise über Studien- und Prüfungsleistungen mit mindestens 90 Leistungspunkten nach § 8 Abs. 2 a) bis c),
 - c) die Erklärung des Erstprüfers (§ 15 Abs. 2), dass er bereit ist, das Thema der Masterarbeit zu vergeben und die Arbeit zu betreuen.
 - d) Nachweise ausreichender englischer und deutscher Sprachkenntnisse gem. § 2 Abs. 2 e und f der Ordnung über besondere Zugangsvoraussetzungen für den Studiengang Chemie mit dem Abschluss Master of Science, soweit die Nachweise noch nicht mit dem Zulassungsantrag vorgelegt werden konnten.
- (2) Der Prüfungsausschuss entscheidet über die Anmeldung zur Masterarbeit. Er kann auf Antrag zulassen, dass einzelne Studien- und Prüfungsleistungen gemäß Absatz 1 b) sowie der Nachweis der Sprachkenntnisse gemäß Absatz 1 d) bis zum Abschluss der Masterarbeit nachgereicht werden.

- (3) Spätestens 3 Monate nachdem die nach Absatz 1 b) erforderlichen Leistungspunkte erworben wurden, hat die Anmeldung zur Masterarbeit zu erfolgen. Auf Antrag des Prüflings oder nach Ablauf der Frist sorgt der Vorsitzende des Prüfungsausschusses für die Vergabe eines Themas.
- (4) Die Masterarbeit kann auch in der Form einer Gruppenarbeit zugelassen werden, wenn der als Prüfungsleistung zu bewertende Beitrag des Einzelnen aufgrund der Angabe von Abschnitten, Seitenzahlen oder anderen objektiven Kriterien, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen, deutlich unterscheidbar und bewertbar ist.

§ 15

Masterarbeit und Verteidigung

- (1) Die auf Deutsch oder Englisch selbständig zu verfassende Masterarbeit soll zeigen, dass der Prüfling in der Lage ist, ein chemisches Problem mit wissenschaftlichen Methoden in dem festgelegten Zeitraum fachkompetent zu bearbeiten.
- (2) Das Thema der Masterarbeit kann von jedem Mitglied der Hochschullehrergruppe sowie von den hauptamtlich an der Technischen Universität Braunschweig tätigen außerplanmäßigen Professorinnen und Professoren, Privatdozentinnen und Privatdozenten der Chemie ausgegeben und betreut werden (Erstprüfende oder Erstprüfender). Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Einzelfällen auch Mitgliedern der Hochschullehrergruppe oder Privatdozentinnen und Privatdozenten anderer Fachbereiche der Technischen Universität Braunschweig das Recht zuerkennen, als Erstprüferin oder Erstprüfer Masterarbeiten auszugeben bzw. zu betreuen. Der Betreuer oder die Betreuerin hat die Pflicht, den Prüfling bei der Anfertigung der Masterarbeit anzuleiten und den Studierenden die Möglichkeit zu geben, regelmäßig über den Fortgang der Arbeit zu berichten. Als zusätzliche Betreuerin bzw. Betreuer und als Zweitprüferin bzw. Zweitprüfer können durch den Prüfungsausschuss auch andere Prüfende gemäß § 16 Abs. 1 zugelassen werden.
- (2) Die Bearbeitungsfrist für die Masterarbeit beträgt sechs Monate. Die Art der Aufgabe und die Aufgabenstellung müssen mit der Ausgabe des Themas festliegen. Das Thema und die Aufgabenstellung müssen dem Prüfungszweck entsprechen und die Einhaltung der zur Bearbeitung vorgegebenen Frist erlauben. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb der ersten zwei Monate der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Im Einzelfall kann der Prüfungsausschuss auf begründeten Antrag die Bearbeitungszeit um drei Monate verlängern.
- (3) Bei der Abgabe der Masterarbeit ist durch die Autoren schriftlich zu versichern, dass sie die vorliegende Arbeit - bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Anteile der Arbeit - selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben.
- (4) Die Masterarbeit ist fristgemäß beim Prüfungsausschuss in zweifacher Ausfertigung abzuliefern. Wird die Masterarbeit ohne triftige Gründe nicht fristgemäß abgeliefert, gilt sie als mit "nicht ausreichend" (5,0) bewertet. § 18 Abs. 2 gilt entsprechend. In Fällen, in denen der Abgabetermin aus triftigen Gründen nicht eingehalten werden kann, entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung der Grundsätze der Chancengleichheit und des Vorrangs der wissenschaftlichen Leistungen vor der Einhaltung von Verfahrensvorschriften darüber, ob der Abgabetermin entsprechend hinausgeschoben oder eine neue Aufgabe gestellt wird.
- (5) Die Masterarbeit ist von zwei Prüfenden innerhalb von vier Wochen zu begutachten. Eine begutachtende Person soll diejenige sein, die die Arbeit ausgegeben hat, die zweite wird dem bzw. der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestimmt. Jede begutachtende Person hat in ihrem Gutachten eine Note gemäß § 16 Abs. 2 zu vergeben.
- (6) Die Ergebnisse der Masterarbeit sind vor einer Prüfungskommission öffentlich zu verteidigen. Die Kommission hat drei Mitglieder, die von dem bzw. der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bestimmt werden; zwei der Mitglieder sollen Prüfende sein, die die Masterarbeit bewertet haben. Die Dauer der Verteidigung soll 60 Minuten nicht überschreiten, wovon 15 Minuten der Vorstellung der Arbeit durch den Prüfling vorbehalten sind.
- (7) Die Verteidigung wird mit einer Note gemäß § 16 Abs. 2 bewertet. Falls sich die Prüfenden nicht auf eine gemeinsame Note verständigen können, wird das arithmetische Mittel der jeweils einzeln festgelegten Noten gemäß § 19 Abs. 3 festgesetzt. Lautet die Note der Verteidigung „nicht ausreichend“ kann auf Antrag des Prüflings die Verteidigung innerhalb von 8 Wochen einmal wiederholt werden.
- (8) Die Note der Masterarbeit ergibt sich aus der Note für die Verteidigung und den beiden Noten der Gutachter im Verhältnis 1 zu 1 zu 1 i. V. m. § 19 Abs. 3. Die Masterarbeit wird insgesamt mit der Note "nicht ausreichend" bewertet, falls mindestens einer der Gutachter die Note "nicht ausreichend" vergeben hat oder die Verteidigung - ggf. auch in der Wiederholung - mit "nicht ausreichend" bewertet wurde.

§ 16

Fachprüfungen und Benotung

- (1) Zur Abnahme von Fachprüfungen werden Mitglieder oder Angehörige der Hochschule bestellt, die in einem Prüfungsfach oder einem Teilgebiet eines Prüfungsfachs zur selbständigen Lehre berechtigt sind. Lehrkräfte für besondere Aufgaben und in der beruflichen Praxis und Ausbildung erfahrene Personen können in geeigneten Prüfungsgebieten zur Abnahme von Prüfungen durch den Prüfungsausschuss zugelassen werden.
- (2) Für die Bewertung der Prüfungsleistungen sind folgende Noten zu verwenden:
 - 1 = (sehr gut – bezeichnet eine besonders hervorragende Leistung),
 - 2 = (gut – bezeichnet eine erheblich über den durchschnittlichen Anforderungen liegende Leistung),
 - 3 = (befriedigend – bezeichnet eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht),
 - 4 = (ausreichend – bezeichnet eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Mindestanforderungen genügt),
 - 5 = (nicht ausreichend – bezeichnet eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt).

Zur differenzierten Bewertung der Prüfungsleistungen können folgende Zwischennoten gebildet werden: 1,3; 1,7; 2,3; 2,7; 3,3 und 3,7.
- (3) Eine Prüfung ist bestanden, wenn sie mit mindestens 4 (ausreichend) bewertet wird.
- (4) Die Prüfungen erfolgen in der Regel schriftlich. Schriftliche Prüfungen in den einzelnen Fächern dauern jeweils ein bis drei Stunden. Der Prüfungszeitpunkt und die Prüfungsdauer sind rechtzeitig von der Prüferin oder dem Prüfer bekannt zu geben. Zeitliche Überschneidungen unterschiedlicher Prüfungen sind auszuschließen.
- (5) In begründeten Fällen (z.B. geringe Teilnehmerzahl) kann die oder der Prüfende für die Veranstaltung auch mündliche Prüfungen durchführen. Die Durchführung einer mündlichen Prüfung muss rechtzeitig mitgeteilt werden. Im Einzelfall kann auch auf Antrag eines Prüflings mit Einverständnis des Prüfers (z.B. wegen Abwesenheit zum Klausurtermin bei Auslandssemester) der Prüfungsausschuss gestatten, dass die Klausur durch eine mündliche Prüfung ersetzt wird. Die mündlichen Prüfungen haben in der Regel eine Dauer von 30 Minuten. Die mündliche Prüfung findet vor einer oder einem Prüfenden und einer sachkundigen Beisitzerin oder einem sachkundigen Beisitzer statt. Die Beisitzerin oder der Beisitzer ist vor der Notenfestsetzung zu hören. Die wesentlichen Gegenstände der Prüfung, die Bewertung der Prüfungsleistung und die tragenden Erwägungen der Bewertungsentscheidung sind in einem Protokoll festzuhalten. Es ist von den Prüfenden oder der oder dem Prüfenden und der Beisitzerin oder dem Beisitzer zu unterschreiben. Zu Prüfenden sowie Beisitzerinnen und Beisitzern dürfen nur Personen bestellt werden, die selbst mindestens die durch die Prüfung festzustellende oder eine gleichwertige Qualifikation besitzen.

§ 17

Wiederholung von Fachprüfungen

- (1) Nicht bestandene Fachprüfungen dürfen einmal wiederholt werden. Wird die Prüfungsleistung mit "nicht ausreichend" bewertet oder gilt sie als mit "nicht ausreichend" bewertet und ist eine Wiederholungsmöglichkeit nach Absatz 2 nicht mehr gegeben, so ist die Prüfungsleistung endgültig nicht bestanden.
- (2) Eine nicht bestandene Wiederholungsprüfung darf auf schriftlichen Antrag des Prüflings an den Prüfungsausschuss noch einmal wiederholt werden (Zweitwiederholung), jedoch dürfen insgesamt nur drei nicht bestandene Wiederholungsprüfungen wiederholt werden.
- (3) In der letzten Wiederholungsprüfung darf für eine schriftliche Prüfungsleistung die Note "nicht ausreichend" nur nach mündlicher Ergänzungsprüfung getroffen werden. Diese mündliche Ergänzungsprüfung wird von zwei Prüfenden abgenommen; im übrigen gilt § 16 Abs. 5 entsprechend. Die oder der Prüfende setzt unter angemessener Berücksichtigung der schriftlichen Leistung und des Ergebnisses der mündlichen Ergänzungsprüfung die Note der Prüfungsleistung mit „ausreichen“ oder „nicht ausreichend“ fest. Die Prüfungsleistung ist bestanden, wenn beide Prüfer die Leistung mit „ausreichend“ bewerten. Die mündliche Ergänzungsprüfung ist ausgeschlossen, wenn für die Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung § 18 Anwendung findet.
- (4) Wiederholungsprüfungen sind spätestens bis zum Ablauf des folgenden Semesters abzulegen. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.
- (5) In demselben Studiengang an einer anderen Universität oder gleichgestellten Hochschule in der Bundesrepublik Deutschland erfolglos unternommene Versuche, eine Prüfungsleistung abzulegen, werden auf die Wiederholungsmöglichkeiten nach den Absätzen 1 und 2 angerechnet.

- (6) Die Wiederholung einer bestandenen Prüfungsleistung ist nicht zulässig. § 3 Abs. 6 bleibt unberührt.
- (7) Sofern ein Prüfling eine (Teil-) Fachprüfung eines Wahlpflicht- oder Wahlmoduls nicht bestanden hat und ihm weitere Wiederholungsmöglichkeiten nach Absatz 1 und Absatz 2 zustehen, ist ihm auf Antrag vom Prüfungsausschuss zu gestatten, endgültig von der Prüfung zurückzutreten und ein anderes Modul zu wählen. Diese Möglichkeit des endgültigen Rücktritts von einer Prüfung ist auf drei (Teil-) Fachprüfungen beschränkt. Der Antrag ist spätestens bis zum Ablauf des folgenden Semesters zu stellen.
- (8) Die Wiederholungsmöglichkeiten für Leistungsnachweise (LN) sind nicht beschränkt.

§ 18

Versäumnisse, Rücktritt, Täuschung, Ordnungsverstoß

- (1) Eine Fachprüfung gilt als mit "nicht ausreichend" bewertet, wenn der Prüfling ohne triftige Gründe zu einem Prüfungstermin nicht erscheint, oder nach Beginn der Prüfung von der Prüfung zurücktritt.
- (2) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe müssen dem Prüfungsausschuss unverzüglich schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden; andernfalls gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" bewertet. Bei Krankheit ist ein ärztliches Attest vorzulegen, soweit die Krankheit nicht offenkundig ist. Werden die Gründe anerkannt, so wird ein neuer Termin, in der Regel der nächste reguläre Prüfungstermin, anberaumt. Die bereits vorliegenden Prüfungsleistungen sind in diesem Fall anzurechnen.
- (3) Versucht der Prüfling das Ergebnis seiner Prüfungsleistung durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, gilt die betreffende Prüfung als mit "nicht ausreichend" bewertet. Wer sich eines Verstoßes gegen die Prüfungsordnung schuldig macht, kann von der Fortsetzung der betreffenden Prüfung ausgeschlossen werden; in diesem Fall gilt die betreffende Prüfungsleistung als mit "nicht ausreichend" bewertet. Die Entscheidung nach Sätzen 1 und 2 trifft der Prüfungsausschuss unter Anhörung des Prüflings. Bis zur Entscheidung des Prüfungsausschusses setzt der Prüfling die Prüfung fort, es sei denn, dass nach der Entscheidung der aufsichtführenden Person ein vorläufiger Ausschluss des Prüflings zur ordnungsgemäßen Weiterführung der Prüfung unerlässlich ist.

§ 19

Masterzeugnis und -urkunde

- (1) Die Noten für die Fachprüfungen und für die Masterarbeit werden im Zeugnis aufgeführt. Noten für Leistungsnachweise und ggf. Zusatzprüfungen gemäß § 4 werden im Zeugnis aufgenommen, aber bei der Ermittlung des Notendurchschnitts nicht berücksichtigt. Soweit die Leistungspunkte, die mit der letzten zu berücksichtigenden Fachprüfung erworben wurden, einen größeren Umfang haben als zum Erreichen der 90 Leistungspunkte notwendig, werden die darüber hinausgehenden Leistungspunkte dieser Fachprüfung bei der Berechnung des Notendurchschnitts und der Gesamtnote mit berücksichtigt.
- (2) Zur Ermittlung des Notendurchschnitts (d) werden die nach Absatz 1 zu berücksichtigen Noten der einzelnen Fachprüfungen mit ihren jeweiligen Leistungspunkten multipliziert und durch die Gesamtzahl der Leistungspunkte dieser Fachprüfungen dividiert.
- (3) Die Gesamtnote lautet bei einem Durchschnitt d mit
 $1,0 \leq d \leq 1,5$ sehr gut,
 $1,5 < d \leq 2,5$ gut,
 $2,5 < d \leq 3,5$ befriedigend,
 $3,5 < d \leq 4,0$ ausreichend.
- (4) Bei der Bildung des Durchschnitts wird nur die erste Dezimalstelle hinter dem Komma berücksichtigt, alle weiteren Stellen werden ohne Rundung gestrichen.
- (5) Es wird das Prädikat "mit Auszeichnung" verliehen, wenn der Notendurchschnitt 1,3 oder besser ist. Das Prädikat ist als Gesamtnote auf dem Zeugnis anzugeben.
- (6) Das Zeugnis (Anlagen 2a und 2b) wird von der Dekanin oder dem Dekan sowie der Person, die dem Prüfungsausschuss vorsitzt, unterzeichnet. Als Datum des Zeugnisses ist der Tag anzugeben, an dem die letzten erforderlichen Leistungspunkte erworben wurden.
- (7) Zusammen mit dem Zeugnis wird dem Prüfling eine Master-Urkunde (Anlagen 1a und 1b) mit dem Datum des Zeugnisses ausgehändigt. Darin wird die Verleihung des akademischen Master-

Grades beurkundet. Die Urkunde wird von der Präsidentin oder dem Präsidenten sowie der Dekanin oder dem Dekan unterzeichnet.

- (8) Das Zeugnis und die Urkunde werden sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache ausgestellt.
- (9) Zusätzlich zur Gesamtnote wird im Zeugnis eine ECTS-Note nach folgender relativer Skala aufgeführt: A (beste 10%), B (nächste 25%), C (nächste 30%), D (nächste 25%), E (nächste 10%). Bezugsgröße sind die erzielten Notendurchschnitte (d) gemäß Absatz 2 der vorangegangenen sechs Semester (ohne das laufende Semester). Die ECTS-Note wird nur aufgeführt, wenn die Gesamtzahl der verglichenen Werte mindestens 30 beträgt.

§ 20

Bescheid über Nichtbestehen, Bescheinigung von Prüfungsleistungen

- (1) Der Bescheid über die endgültig nicht bestandene Master-Prüfung wird dem Prüfling durch den Prüfungsausschuss in schriftlicher Form erteilt. Der Bescheid ist mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen.
- (2) Hat der Prüfling die Master-Prüfung endgültig nicht bestanden, wird ihm auf Antrag und gegen Vorlage der entsprechenden Nachweise sowie der Exmatrikulationsbescheinigung eine schriftliche Bescheinigung ausgestellt, die die erbrachten Prüfungsleistungen und deren Noten und Leistungspunkte sowie die zur Master-Prüfung noch fehlenden Prüfungsleistungen enthält und erkennen lässt.

§ 21

Ungültigkeit der Prüfungen und Aberkennung des Master-Grades

- (1) Wurde bei einer Prüfung getäuscht und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, so kann der Prüfungsausschuss nachträglich die Noten für diejenigen Prüfungsleistungen, bei deren Erbringung der Prüfling getäuscht hat, entsprechend berichtigen und die Prüfung ganz oder teilweise für "nicht bestanden" erklären.
- (2) Waren die Voraussetzungen für die Zulassung zu einer Prüfung nicht erfüllt, ohne dass der Prüfling hierüber täuschen wollte, und wird diese Tatsache erst nach der Aushändigung des Zeugnisses bekannt, so wird dieser Mangel durch das Bestehen der Prüfung geheilt. Wurde die Zulassung vorsätzlich zu Unrecht erwirkt, so entscheidet der Prüfungsausschuss unter Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen über die Rücknahme rechtswidriger Verwaltungsakte.
- (3) Dem Prüfling ist vor einer Entscheidung Gelegenheit zur Erörterung der Angelegenheit mit dem Prüfungsausschuss zu geben.
- (4) Das unrichtige Prüfungszeugnis ist einzuziehen und durch ein richtiges Zeugnis oder eine Bescheinigung nach § 20 zu ersetzen. Mit dem unrichtigen Prüfungszeugnis ist auch die Masterurkunde einzuziehen, wenn die Prüfung auf Grund einer Täuschung für "nicht bestanden" erklärt wurde. Eine Entscheidung nach den Absätzen 1 und 2 Satz 2 ist nach einer Frist von fünf Jahren ab dem Datum des Prüfungszeugnisses ausgeschlossen.

§ 22

Einsicht in die Prüfungsakten

Dem Prüfling wird auf Antrag nach Abschluss jeder Prüfung Einsicht in seine schriftlichen Prüfungsarbeiten, in die Bemerkungen der Prüfenden und in die Prüfungsprotokolle gewährt. Der Antrag ist spätestens innerhalb eines Jahres nach Abschluss der Fachprüfungen oder des Bescheides über die nicht bestandene Prüfung beim Prüfungsausschuss zu stellen. Der Prüfungsausschuss bestimmt Ort und Zeit der Einsichtnahme.

§ 23

Widerspruchsverfahren, Einzelfallentscheidung

- (1) Ablehnende Entscheidungen und andere belastende Verwaltungsakte, die nach dieser Prüfungsordnung getroffen werden, sind schriftlich zu begründen, mit einer Rechtsbehelfsbelehrung zu versehen und nach § 41 VwVfG bekannt zu geben. Gegen diese Entscheidungen kann inner-

halb eines Monats nach Zugang des Bescheides Widerspruch beim Prüfungsausschuss nach den §§ 68 ff. der Verwaltungsgerichtsordnung eingelegt werden.

- (2) Über den Widerspruch entscheidet der Prüfungsausschuss. Soweit sich der Widerspruch gegen eine Bewertung einer oder eines Prüfenden richtet, entscheidet der Prüfungsausschuss nach Überprüfung nach den Absätzen 3 und 5.
- (3) Bringt der Prüfling in seinem Widerspruch konkret und substantiiert Einwendungen gegen prüfungsspezifische Wertungen und fachliche Bewertungen einer oder eines Prüfenden vor, leitet der Prüfungsausschuss den Widerspruch dieser oder diesem Prüfenden zur Überprüfung zu. Ändert die oder der Prüfende die Bewertung antragsgemäß, so hilft der Prüfungsausschuss dem Widerspruch ab. Andernfalls überprüft der Prüfungsausschuss die Entscheidung aufgrund der Stellungnahme der oder des Prüfenden insbesondere darauf, ob
 1. das Prüfungsverfahren nicht ordnungsgemäß durchgeführt worden ist,
 2. bei der Bewertung von einem falschen Sachverhalt ausgegangen worden ist,
 3. allgemeingültige Bewertungsgrundsätze nicht beachtet worden sind,
 4. eine vertretbare und mit gewichtigen Argumenten folgerichtig begründete Lösung als falsch gewertet worden ist,
 5. sich die oder der Prüfende von sachfremden Erwägungen hat leiten lassen.
 Entsprechendes gilt, wenn sich der Widerspruch gegen die Bewertung durch mehrere Prüfende richtet.
- (4) Der Prüfungsausschuss bestellt für das Widerspruchsverfahren auf Antrag des Prüflings eine Gutachterin oder einen Gutachter. Die Gutachterin oder der Gutachter muss die Qualifikation einer prüfungsberechtigten Person besitzen. Dem Prüfling und der Gutachterin oder dem Gutachter ist vor der Entscheidung nach den Absätzen 2 und 6 Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben.
- (5) Soweit der Prüfungsausschuss bei einem Verstoß nach Absatz 3 Satz 3 Nrn. 1 bis 5 dem Widerspruch nicht bereits in diesem Stand des Verfahrens abhilft oder konkrete und substantiierte Einwendungen gegen prüfungsspezifische Wertungen und fachliche Bewertungen vorliegen, ohne dass die oder der Prüfende ihre oder seine Entscheidung entsprechend ändert, werden Prüfungsleistungen durch andere, mit der Abnahme dieser Prüfung bisher nicht befasste Prüfende erneut bewertet oder die mündliche Prüfung wiederholt.
- (6) Soweit sich der Widerspruch gegen eine Entscheidung des Prüfungsausschusses richtet, entscheidet, wenn der Prüfungsausschuss dem Widerspruch nicht abhilft, der Fachbereichsrat.
- (7) Über den Widerspruch soll innerhalb eines Monats entschieden werden.
- (8) Das Widerspruchsverfahren darf nicht zur Verschlechterung der Prüfungsnote führen.

§ 24 Inkrafttreten

Diese Prüfungsordnung tritt am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung in Kraft.

MASTERURKUNDE

Die Technische Universität Braunschweig verleiht mit dieser Urkunde im Fach

CHEMIE

Frau/Herrn⁺⁾

geboren am in

den Hochschulgrad

"MASTER OF SCIENCE"

(abgekürzt: **M. Sc.**)

nachdem sie/er⁺⁾ die Masterprüfung am bestanden hat.

Braunschweig, den

Präsident/in⁺⁾

Dekan/in⁺⁾

(Siegel der Hochschule)

⁺⁾ Zutreffendes einsetzen.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

With this document the Technische Universität Braunschweig confers the degree of

**MASTER OF SCIENCE (M. Sc.)
IN CHEMISTRY**

upon

Ms/Mr⁺)

born in

who has successfully passed the Master Examination on

Braunschweig,

Dean

Chair of Examination Board

(University Seal)

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG
FACHBEREICH FÜR CHEMIE UND PHARMAZIE

ZEUGNIS
ÜBER DIE MASTERPRÜFUNG

Frau/Herr⁺⁾

geboren am in

hat die Masterprüfung im Studiengang

CHEMIE

mit der Gesamtnote****

" "

bestanden.

⁺⁾ Zutreffendes einsetzen.

PRÜFUNGS- UND STUDIENLEISTUNGEN

Bereich	Art*	SWS**	ECTS***	Note****
Schwerpunktbereich: Bezeichnung des Schwerpunktbereichs <i>Auflistung</i>		<i>Summe</i>	<i>Summe</i>	
Naturwissenschaftlicher Differenzierungsbereich <i>Auflistung</i>		<i>Summe</i>	<i>Summe</i>	
Nichtnaturwissenschaftlicher Bereich <i>Auflistung</i>		<i>Summe</i>	<i>Summe</i>	
Masterarbeit <i>Titel</i>			30	

Notendurchschnitt****	
Gesamtnote****	
ECTS-Notenstufe****	

Braunschweig, den

Dekan/in⁺)

Vorsitzende/r⁺) des Prüfungsausschusses

(Siegel der Hochschule)

* Art der Veranstaltung: E Exkursion, P Praktikum, S Seminar, Ü Übung, V Vorlesung.

** SWS = Semesterwochenstunden.

*** 1 ECTS Punkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

**** Notenskalen:

Einzelnoten	1,0 / 1,3 / 1,7 / 2,0 / 2,3 / 2,7 / 3,0 / 3,3 / 3,7 / 4,0
Notendurchschnitt (d)	Mittel der mit den ECTS-Punkten gewichteten Einzelnoten (ohne die Werte in Klammern).
Modulnoten bzw. Gesamtnote	sehr gut (1,0 < d ≤ 1,5), gut (1,5 < d ≤ 2,5), befriedigend (2,5 < d ≤ 3,5), ausreichend (3,5 < d ≤ 4,0). Bei d ≤ 1,3 wird als Gesamtnote das Prädikat „Mit Auszeichnung“ vergeben.
ECTS-Notenstufe	A (beste 10%), B (nächste 25%), C (nächste 30%), D (nächste 25%), E (nächste 10%).

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG
DEPARTMENT FOR CHEMISTRY AND PHARMACY

MASTER CERTIFICATE

Ms/Mr⁺⁾

born in

has passed the Master examination in

CHEMISTRY

with the overall grade****

“ ”

⁺⁾ as appropriate

STUDY ACHIEVEMENTS

Field of Studies	Type*	Contact hours**	ECTS***	Grade****
Study Focus: <i>Description of key-study field</i> <i>List</i>		<i>Sum</i>	<i>Sum</i>	
Courses in the Field of Natural Sciences <i>List</i>		<i>Sum</i>	<i>Sum</i>	
Key Qualifications / Further Studies <i>List</i>		<i>Sum</i>	<i>Sum</i>	
Master Thesis <i>Titel</i>			30	

Average Grade****	
Overall Grade****	
ECTS-Grade****	

Braunschweig,

Dean

Chair of Examination Board

(University Seal)

- * Type of instruction: E exercise, Ex Excursion, L lecture, P practical (laboratory), S seminar
 ** Contact hours = contact hours per week.
 *** 1 ECTS credit corresponds to a total student workload of approx. 30 hours.
 **** Grading scales:

Individual grades	1.0 / 1.3 / 1.7 / 2.0 / 2.3 / 2.7 / 3.0 / 3.3 / 3.7 / 4.0; (passed = no grading)
Average grade (d)	ECTS-weighted average of the individual grades (without values in brackets).
Overall grade	very good (1.0 < d ≤ 1.5), good (1.5 < d ≤ 2.5), satisfactory (2.5 < d ≤ 3.5), sufficient (3.5 < d ≤ 4.0). With an average grade d ≤ 1.3 the overall grade „passed with distinction“ is assigned.
ECTS-grade	A (best 10%), B (next 25%), C (next 30%), D (next 25%), E (next 10%).

Lehrangebote für den Masterstudiengang

Die folgenden Tabellen zeigen die den Schwerpunkten (§ 11) zugeordneten Module mit den einzelnen Lehrveranstaltungen. Die mit # gekennzeichneten Module sind für alle Studierenden (unabhängig von der Wahl des Schwerpunktbereiches) vorgeschrieben. Die mit **SP** gekennzeichneten Module sind für Studierende Pflicht, die den jeweiligen Bereich als Schwerpunktbereich wählen. Wenn die gleiche Lehrveranstaltung in verschiedenen Modulen zur Wahl steht, darf sie insgesamt nur einmal eingebracht werden. Sofern Lehrangebote zeitweilig nicht mit den vorgesehenen Inhalten oder im vorgesehenen Umfang verfügbar sind, kann der Prüfungsausschuss Abweichungen genehmigen.

Die Module in den folgenden Tabellen gelten bei Wahl des jeweiligen Schwerpunktbereichs. Studierende mit anderen Schwerpunktbereichen können in Absprache mit ihrem Mentor beim Prüfungsausschuss die Bildung anderer Module beantragen (z.B. Vorlesungen aus AC-M2 ohne Masterpraktikum AC). Lehrinhalte und Prüfungsanforderungen sind in Anlage 4 aufgeführt.

Die Leistungsüberprüfungen zu den Vorlesungen erfolgen durch Klausuren (K), wobei mehrere Veranstaltungen durch eine Klausur abgedeckt werden können, sofern dadurch keine Benachteiligung für einzelne Studierende entsteht. In begründeten Fällen sind mündliche Prüfungen möglich (§ 16 Abs. 5). Für das Forschungspraktikum wird ein schriftlicher Abschlussbericht (SA) erstellt; die Benotung geht in die Gesamtnote ein. Sofern Noten für Leistungsnachweise (LN) erteilt wurden, werden sie im Zeugnis aufgeführt, gehen aber nicht in den Notendurchschnitt und die Gesamtnote ein.

Abkürzungen

E	Exkursion,
ECTS	Leistungspunkte,
K	Klausur,
LN	Leistungsnachweis,
LV	Lehrveranstaltung(en),
P	Praktikum,
Prfg.	Art der Prüfung,
S	Seminar,
SA	Schriftliche Ausarbeitung,
SWS	Semesterwochenstunden,
Ü	Übung,
V	Vorlesung.

Pflicht für alle Studierenden

SP Pflicht für den jeweiligen Schwerpunktbereich

* Maximalwert (d.h. darüber hinaus gehende Leistungen werden nicht angerechnet),

+ Unterer Grenzwert (d.h. die aufgeführten Lehrveranstaltungen haben teilweise mehr Leistungspunkte bzw. mehr als eine der aufgeführten Lehrveranstaltungen sind zulässig und anrechenbar, sofern die entsprechenden Studien- und Prüfungsleistungen zusätzlich erbracht wurden.)

Schwerpunktbereich: Anorganische Chemie (AC)						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltungen	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
AC-M1 #	8	Eine der folgenden im Wechsel angebotenen Lehrveranstaltungen: Molekülchemie der Hauptgruppenelemente, Koordinationschemie der Übergangsmetalle, Bioanorganische Chemie und Umweltaspekte, Organometallchemie	V(+Ü)	2	4	K
		Praktikum "Analytische Chemie"	P	4	4	LN
AC-M2 SP	9	Eine im Modul AC1 aufgeführte LV oder: Röntgenstrukturanalyse, Supramolekulare anorganische Chemie, Carbene und Ylide in der Metallorganischen Chemie, Reaktionsmechanismen in der Anorganischen Chemie, Einführung in die NMR-Spektroskopie, Metall-Metall-Bindungen	V(+Ü)	2	4	K
		Master-Praktikum AC	P	5	5	LN
AC-M3	4 ⁺	Eine oder mehrere in den Modulen AC-M1 und AC-M2 aufgeführte LV, zusätzlich: Anorganische Materialien, Katalyse, Strukturchemie und weitere aktuelle Fragestellungen der AC.	V(+Ü)	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
AC-M4 SP	16	Forschungspraktikum AC	P	16	16	SA
AC-M5	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der AC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der AC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Organische Chemie (OC)						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
OC-M1 #	4	Reaktionsmechanismen (OC 3) (sofern nicht im BSc-Studium eingebracht)	V	2	4	K
OC-M2 SP	9 ⁺	Eine im Wechsel angebotene Kombination von zwei der folgenden LV: Stereochemie, Retrosynthese, Naturstoffchemie, Reaktive Intermediate, Radikalreaktionen, Metallorganische Reagentien, Heterocyclenchemie, Pericyclische Reaktionen,	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
		Master-Praktikum OC	P	5	5	LN
OC-M3	4 ⁺	Eine oder mehrere im Modul OC-M2 aufgeführte LV, Spektroskopie für Fortgeschrittene und weitere aktuelle Fragestellungen der OC.	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
OC-M4 SP	16	Forschungspraktikum OC	P	16	16	SA
OC-M5	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der OC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der OC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Physikalische Chemie (PC)						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
PC-M1 #	8	Eine der folgenden im Wechsel angebotenen Lehrveranstaltungen: Aufbau der Materie, Biophysical Chemistry, Kinetik heterogener Prozesse, Molecular Spectroscopy, Physical Chemistry of Solids, Reaktionsdynamik, Statistische Thermodynamik	V+Ü	4	8	K
PC-M2 SP	8	Master-Praktikum PC	P	5	5	LN
		Praktikumsseminar inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN
PC-M3	8 ⁺	Eine oder mehrere im Modul PC-M1 aufgeführte LV und weitere aktuelle Fragestellungen der PC.	V(+Ü)	4 ⁺	8 ⁺	K ⁺
PC-M4 SP	16	Forschungspraktikum PC	P	16	16	SA
PC-M5	2	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der PC	S	2	2	LN

Schwerpunktbereich: Technische Chemie (TC)						
mit Lehranteilen aus Makromolekularer Chemie und Kohlenhydratchemie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
TC-M1 #	1	Exkursion	E	1	1	LN
TC-M2	9	Reaktionstechnik (TC 1) (sofern nicht im BSc-Studium eingebracht)	V	2	4	K
		Physikalische Grundverfahren (TC 2) (sofern nicht im BSc-Studium eingebracht)	V+Ü	3	5	K
TC-M3 SP	9	Industrielle Chemie / Prozesskunde (TC 3)	V	2	4	K
		Master-Praktikum TC	P	5	5	LN
TC-M4 SP	16	Forschungspraktikum TC	P	16	16	SA
TC-M5	4 ⁺	Eine oder mehrere der folgenden im Wechsel angebotenen LV: Mehrphasenreaktoren, Nachwachsende Rohstoffe, Heterogene Katalyse, Prozessoptimierung und weitere aktuelle Fragestellungen der TC.	V(+Ü)	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
TC-M6	16 [*]	Vorlesungen (+ Übungen) der MC und/oder KC	V(+Ü)	8	16 [*]	K ⁺
TC-M7	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der TC, MC oder KC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der TC, MC oder KC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Makromolekulare Chemie (MC) mit Lehranteilen aus Kohlenhydratchemie und Technischer Chemie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
MC-M1 SP	4	Grundlagen der Makromolekularen Chemie (MC 1)	V	2	4	K
MC-M2 SP	4 ⁺	Eine oder mehrere der folgenden im Wechsel angebotenen LV: Chemie und Technologie der Polymere, Eigenschaften und Analytik von Polymeren und weitere aktuelle Fragestellungen der MC	V(+Ü)	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
MC-M3	16*	Vorlesungen (+ Übungen) der TC und/oder KC	V(+Ü)	8	16*	K ⁺
MC-M4 SP	16	Forschungspraktikum MC	P	16	16	SA
MC-M5	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der MC, KC oder TC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der MC, KC oder TC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Kohlenhydratchemie (KC) mit Lehranteilen aus Makromolekularer Chemie und Technischer Chemie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
KC-M1 SP	4	Chemie und Technologie der Kohlenhydrate (KC 1)	V	2	4	K
KC-M2 SP	4 ⁺	Eine oder mehrere der folgenden im Wechsel angebotenen LV: Biokatalysatoren – Anwendung und Perspektiven, Lebensmitteltechnologie, Produktionsintegrierter Umweltschutz und weitere aktuelle Fragestellungen der KC.	V(+Ü)	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
KC-M3	16*	Vorlesungen (+Übungen) der TC und/oder MC	V(+Ü)	8	16*	K ⁺
KC-M4 SP	16	Forschungspraktikum KC	P	16	16	SA
KC-M5	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der KC, MC oder TC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der KC, MC oder TC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Biochemie (BC) mit Lehranteilen aus Biotechnologie und Zellbiologie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
BC-M1 SP	12(8)	Biochemie 1 (sofern nicht im BSc-Studium eingebracht)	V	2	4	K
		Struktur und Funktion der Zelle 1	V	2	4	K
		Technische Biochemie 1	V	2	4	K
BC-M2	10 ⁺	Struktur und Funktion der Zelle 2 (2 ECTS) und/oder Biochemie 2 (4 ECTS)	V	1 ⁺	2 ⁺	K ⁺
		Technische Biochemie 2 und/oder Fermentations- und Aufarbeitungsprozesse	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
		Chemie- und Bioreaktoren und/oder eine Spezialvorlesung in Biochemie, Biotechnologie oder Zellbiologie	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
BC-M3 SP	16	Forschungspraktikum BC	P	16	16	SA
BC-M4	3	Seminar über aktuelle Forschungsfragen in Biochemie, Biotechnologie oder Zellbiologie; inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Theoretische Chemie (ThC) mit Lehranteilen aus Computerunterstützter Chemie, Physikalischer Chemie, Informatik, Mathematik, Physik und Theoretischer Physik						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
ThC-M1 SP	8 ⁺	Fortgeschrittene Theoretische Chemie und weitere aktuelle Fragestellungen der ThC	V	4 ⁺	8 ⁺	K ⁺
ThC-M2	4	Gruppentheorie und Anwendungen	V	2	4	K
ThC-M3	10	Java und C++	V+Ü	5	10	K
ThC-M4 SP	16	Computerchemisches Forschungspraktikum	P	16	16	SA
ThC-M5	8 ⁺	LV aus Physik, Theoretische Physik, Physikalische Chemie und/oder Mathematik	V	4	8 ⁺	K ⁺
ThC-M6	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der ThC und PC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der ThC und PC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Umweltchemie (Ökologische Chemie, ÖC) mit Lehranteilen aus Anorganischer Chemie, Organischer Chemie und Physikalischer Chemie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
ÖC-M1 SP	8	Ökologische Chemie 1 (Grundlagen/Konzepte)	V	2	4	K
		Ökologische Chemie 2 (Fallbeispiele)	V	2	4	K
ÖC-M2	4 ⁺	Xenobiotica in der Umwelt und weitere aktuelle Fragestellungen der ÖC	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
ÖC-M3	4	Identifizierung anthropogener Substanzen in der Umwelt 1 (AC)	V	1	2	K
		Identifizierung anthropogener Substanzen in der Umwelt 2 (OC)	V	1	2	K
ÖC-M4 SP	16	Umweltanalytisches Praktikum	P	16	16	SA
ÖC-M5	4	Beiträge zur Holz- und Innenraumforschung	V	2	4	K
ÖC-M6	4	Ökotoxikologie	V	2	4	K
ÖC-M7	5	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der ÖC	S	2	2	LN
		Seminar über aktuelle Forschungsfragen der ÖC inkl. eigener Vortrag	S	2	3	LN

Schwerpunktbereich: Lebensmittelchemie (LC) mit Lehranteilen aus Kohlenhydratchemie, Biochemie und Ökologischer Chemie						
Modul	Modul ECTS	Veranstaltung	Typ	SWS	ECTS	Prfg.
LC-M1 SP	4 ⁺	Zwei oder mehr LV aus dem Zyklus Lebensmittel- und Umweltanalytik I - IV (je 2 ECTS)	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
LC-M2 SP	8 ⁺	Zwei oder mehr LV aus dem Zyklus Chemie und Technologie der Lebensmittel I - IV (je 4 ECTS)	V	4 ⁺	8 ⁺	K ⁺
LC-M3	4 ⁺	Eine oder zwei der folgenden LV der KC: Chemie und Technologie der Kohlenhydrate (KC 1), Biokatalysatoren – Anwendung und Perspektiven, Lebensmitteltechnologie	V(+Ü)	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
LC-M4	4 ⁺	Eine oder zwei LV aus den Modulen BC-M1 oder BC-M2 des Schwerpunktbereiches BC	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
LC-M5	4 ⁺	Eine oder zwei LV aus den Modulen ÖC-M1 bis -M3 oder ÖC-M6 des Schwerpunktbereiches ÖC	V	2 ⁺	4 ⁺	K ⁺
LC-M6 SP	16	Lebensmittelchemisches Praktikum	P	16	16	SA
LC-M7	2(3)	Seminar über aktuelle Forschungsfragen der LC (2 ECTS; bei eigenem Vortrag 3 ECTS)	S	2	2(3)	LN

Prüfungsanforderungen für die Masterprüfung

Forschungspraktika (AC, OC, PC, TC, KC, MC, BC), „Computerchemisches Forschungspraktikum“ (ThC), „Umweltanalytisches Praktikum“ (ÖC), „Lebensmittelchemisches Praktikum“ (LC)

Im Praktikum sollen fortgeschrittene Arbeitsmethoden des Faches erlernt und angewendet werden. Die Vorgehensweise und die erzielten Ergebnisse sind in einem schriftlichen Bericht zusammenzufassen.

Anorganische Chemie (AC):

Molekülchemie der Hauptgruppenelemente

Symmetrie und Struktur von Molekülen. Molekülorbitalbetrachtung einfacher Moleküle der Koordinationszahlen 1-6. Halogenide (Struktur/Eigenschaften, Übersicht). Hydride (Struktur/Eigenschaften, Bindungsverhältnisse), Wasserstofftechnologie (Grundlagen), einfache Organoelementverbindungen. Anorganische Ketten, Ringe und Käfige. Beispiele aus aktueller Forschung.

Koordinationschemie der Übergangsmetalle

Übersicht über Zentralatom- und Ligandtypen, harte und weiche Säuren und Basen; Koordinationszahlen, geometrische Anordnungen, Typen von Isomerie in Komplexen. Bindungsverhältnisse in Koordinationsverbindungen: Kristallfeldtheorie, MO-Methode, Magnetismus und Farbe von Übergangsmetallkomplexen. Bildung und Beständigkeit von Komplexen; Chelat- und Makrocycleneffekte, Substitutions- und Redoxreaktionen. Koordinationsverbindungen mit CO, NO, N₂, O₂, H₂ und PR₃-Liganden; biologische Bedeutung, technische Anwendungen. Übergangsmetallorganische Verbindungen: Alkyl-, Carben- und Carbinkomplexe, Typen von π -Komplexen; ausgewählte synthetische und katalytische Anwendungen. Bioanorganische Aspekte der Koordinationschemie.

Bioanorganische Chemie und Umweltaspekte

Essentielle und toxische Elemente. Geochemische und kernchemische Aspekte des natürlichen Vorkommens der Elemente. Evolution der Atmosphäre, Luftschadstoffe. Metall in Organismen; Ausgewählte Beispiele von Heteroatomenzymen, z. B. Hämoglobin, Ferredoxine, Glutathionperoxidasen, Deiodinasen, photosynthetisches System. Beispiele aus aktueller Forschung.

Organometallchemie

Hauptgruppenelementorganyle, Organische Verbindungen der Gruppe 12, Übergangsmetallorganyle. Ligandentypen, Cluster, Metallorganische Katalyse. Struktur-Bindung-Reaktivitätsbeziehungen.

Röntgenstrukturanalyse (mit Übungen)

Symmetrie. Beugung an Atomen. Lösung I: Schweratommethode. Lösung II: Direkte Methoden. Meßmethoden. Kristallzüchtung. Strukturverfeinerung.

Supramolekulare Anorganische Chemie (mit Übungen)

Basiswissen Strukturbestimmung. Sekundäre Wechselwirkungen: Klassifikation, Erkennung, Bewertung, Bedeutung, Polymorphie, Spezielle Meßmethoden.

Carbene und Ylide in der Metallorganischen Chemie

Organoelementverbindungen (Überblick). Siliciumeffekt, Silylphosphane, Phosphanylcarbene und verwandte Verbindungen, stabile nucleophile Carbene, Carbenanaloga. Homologe der Wittig-Ylide, Carbodiphosphorane, Staudinger-Chalkogenierung, Thio- und Selenoketone. Fischer- und Schrock-Carbenkomplexe, verwandte Oxo- und Iridometallkomplexe. Metathese, Tebbe- und Grubbs-Reagenzien. Beispiele aus aktueller Forschung.

Reaktionsmechanismen in der Anorganischen Chemie

Reaktionsordnung und Reaktionsmolekularität. Geschwindigkeitsgesetze. Wichtige Reaktionstypen. Substitution und Eliminierung. Elektron-Transfer Reaktionen. Isomerisierung. Photochemische Reaktionen. Katalysezyklen. Untersuchungsmethodik.

Einführung in die NMR-Spektroskopie

Grundlagen der Kernresonanz. Chemische Verschiebungen. Kopplungskonstante. Spinsysteme. Analyse und Berechnung von Spektren. Doppelresonanz-Experimente. Relaxationsparameter. Relaxationsmechanismen. Kern-Overhauser-Effekt. Ein- und Zweidimensionale NMR-Experimente. Dynamische NMR-Spektroskopie.

Metall-Metall-Bindungen

Ligandentypen, Voraussetzungen. Carbonyle, oxidative und reduktive Spaltung, Strukturchemie. "Early-late"-heterobimetallische Komplexe (ELHB), Bindung und Anwendungen. M-M-Mehrfach-bindungen, Synthesen und Bindungsmodelle. d^{10} - d^{10} -Wechselwirkungen. "Eindimensionale" Komplexe. Metallcluster, Elektronenzählregeln, Synthesen, Anwendungen, Strukturchemie.

Organische Chemie (OC):Reaktionsmechanismen (OC 3)

Substitutionen, Additionen, Eliminierung, Umlagerungen. Reaktionsmechanismen: Grundlagen, Aufklärung, Beweise. Carbonationen und ihre Reaktionen, Nucleophile Substitution am gesättigten C-Atom, Elektro- und nucleophile Substitution an aromatischen Systemen, Carbanionen: Literatur, Bildung, Stabilität, Tautometrie Reaktionen. Radikale: Herstellung, Nachweis, Struktur, Reaktion. Lineare freie Enthalpie-Beziehungen: Hammett-Gleichung und ihre Anwendung. Pericyclische Reaktion.

Stereochemie/Stereochemistry

Statische und dynamische Stereochemie, Konfiguration, Konformation, Symmetrie, Topizität, Isolierung von Stereoisomeren, stereoselektive Synthese.

Retrosynthese/Retrosynthesis

Synthon, Syntheseäquivalent, funktionelle Gruppen Umwandlung, Synthesemethoden, Schutzgruppen.

Naturstoffchemie/ Natural Products Chemistry

Primäre und sekundäre Naturstoffe, Lipide, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Terpene, Alkaloide.

Reaktive Intermediate

Methoden zur Detektion, Identifikation, Nachweis, Isolierung reaktiver Intermediate, Klassische und nichtklassische Carbeniumionen, Carboniumionen, Carbanionen, Radikale, Diradikale, Carben/Nitrene, Elektronische Struktur, Stabilität, Erzeugung/Isolierung, Spektroskopie, Reaktivität.

Radikalreaktionen

Stabilität, Struktur, Detektion, Homolyse, Reduktive und Oxidative Methoden zur Radikalerzeugung, Atom- und Gruppentransferreaktionen, Tributylzinnhydrid-Reduktion, Radikaladditionen, Giese-Reaktionen, Radikalcyclisierungen, Stereoselektivität, Fragmentierungen, Reaktionen Heteroatom-zentrierter Radikale, Persistente Radikale.

Metallorganische Reagenzien

Klassifizierung, Organolithiumverbindungen, Organoalkalimetallverbindungen, Grignard Reagenzien, Organoborverbindungen, Silane, Stannane, Darstellungen, Metall-Halogen austausch, Dirigierende ortho-Deprotonierung, Transmetallierung, Hydroborierung, Nucleophile Addition an Carbonylverbindungen, Wittig-Umlagerungen, anionische Cyclisierungen, Carbometallierungen, Stereoselektivität.

Heterocyclenchemie

Anwendungsbereiche heterocyclischer Verbindungen, Heterocyclen in der Natur, Alkaloide, Antibiotika und Chemotherapeutika.

Pericyclische Reaktionen

Theorie und Anwendungen pericyclischer Reaktionen in der Organischen Chemie.

Physikalische Chemie (PC):Aufbau der Materie

Welle-Teilchen-Dualismus, Strahlungsgesetze, Laser; Unbestimmtheitsrelation; Wahrscheinlichkeitsamplituden und Wellenfunktion; Schrödingergleichung; vom Butadien zum Polyen; Superpositi-

onsprinzip und Anwendungen; der Tunneleffekt; Molekülschwingung; Rotation von Molekülen; das Wasserstoffatom; Aufbau des Periodensystems; die chemische Bindung; Grundlagen der Spektroskopie.

Biophysical Chemistry

Structure and function of biomolecules and cells; application of optical techniques, NMR, ESR, crystallography and mass spectroscopy for the investigation of biomolecules; modern label techniques and bioassays; optical single-molecule techniques; optical tweezers; patch clamp; motor proteins; molecular channels; enzyme mechanisms; receptor-ligand equilibria; biomolecular energy conversion; label-free detection methods; industrial applications.

Kinetik heterogener Prozesse / Kinetics of Heterogeneous Processes

Festkörperreaktionen: Oxidation von Metallen, Verbindungsbildung; Glasbildung; Keimbildung und Keimwachstum; Verdampfen/Kondensieren; Fest-Gas Gleichgewichte; Gasadsorption; Katalyse; Korrosion in wässrigem Milieu; Elektrodenreaktionen in der Elektrochemie.

Solid state reactions: oxidation of metals; formation of compounds; glass formation; nucleation and growth of precipitates; evaporation and condensations; gas adsorption; glass formation; nucleation and precipitation; gas adsorption; catalytic processes; wet corrosion; reactions at electrodes.

Molecular Spectroscopy / Molekülspektroskopie

Principles of quantum mechanics; the chemical bond; spectra of molecules; rotational spectra; rovibrational spectra; electronic spectra; symmetry of molecules and relevance to chemical bonding and spectroscopy; spectroscopic techniques; mass spectroscopy; nonlinear laser spectroscopy.

Physical Chemistry of Solids / Physikalische Chemie der Festkörper

Metals – Semiconductors – Insulators; energy bands in crystals; heat capacity of the electron gas; electronic conductivity; charge carriers in semiconductors; donors and acceptors; semiconductor devices; thermodynamics of solids; lattice energies of ionic crystals; vibrational heat capacity of solids; stability of structures; phase diagrams; point defects; point defect thermodynamics; transport of mass and charge; solid state electrochemistry.

Metalle-Halbleiter-Isolatoren; Energiebänder in Kristallen; Wärmekapazität des Elektronengases; elektronische Leitfähigkeit; Ladungsträger in Halbleitern; Donatoren und Akzeptoren; Halbleiterbauelemente; Festkörperthermodynamik; Gitterenergie von Ionenkristallen; Schwingungs-Wärmekapazität; Stabilität von Strukturen; Phasendiagramme; Punktdefekte; Punktdefekt-Thermodynamik; Masse- und Ladungstransport; Festkörper-Elektrochemie.

Reaktionsdynamik

Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung; Stosstheorie; Zustandsummen; Statistische Thermodynamik; Übergangszustand und Eyringsche Gleichung; Energiehyperflächen und molekulare Dynamik; zeitaufgelöste molekulare Begegnungen.

Statistische Thermodynamik / Statistical Thermodynamics

Atomare Energien von Molekülen; verschiedene Zustandsummen; Berechnung von thermodynamischen Funktionen und Gleichgewichtskonstanten aus atomaren Daten; Schwankungserscheinungen; Diffusion; Boltzmann- und Fermi-Dirac-Statistik.

Energies of atoms and molecules; partition functions; calculation of thermodynamic functions and equilibrium constants from atomic parameters; fluctuations; diffusion; Boltzmann and Fermi-Dirac statistics.

Technische Chemie (TC):

Reaktionstechnik (TC 1)

Grundlagen (Stöchiometrie, Thermodynamik, Mikrokinetik), Makrokinetik (ideale und reale Reaktoren, Wärmeeffekte), Mehrphasenreaktoren (Fluid-Fluid-Reaktionen, Fluid-Feststoff-Reaktionen, heterogene Katalyse).

Physikalische Grundverfahren (TC 2)

Mechanische und Thermische Grundoperationen zur Trennung bzw. Mischung homogener und heterogener Stoffsysteme im Rahmen chemischer Produktionsprozesse, von den Grundlagen der Transportphänomene (Impuls-, Stoff- und Wärmetransport) bis zur Bauweise der verwendeten Apparate: Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie, Fluidmechanik, Zerkleinern, Trennen disperser Systeme (z.B. Sedimentation, Filtration), Mischen u. Rühren, Wärmeübertragung, Rektifikation, Extraktion.

Industrielle Chemie / Prozesskunde (TC 3)

Geschichte und Organisationsstrukturen der Chemischen Industrie, Verfahrensentwicklung, Patentrecht, Erdölförderung und -verarbeitung, Organische Basischemikalien, Anorganische Großprodukte, Polymere, Produktionsintegrierter Umweltschutz, Biotechnologische Produktion.

Makromolekulare Chemie (MC):Grundlagen der Makromolekularen Chemie (MC 1)

Grundlegende Definitionen und Begriffe der Polymerchemie, Mechanismen und Kinetik der Stufenpolymerisation (Polykondensation) und der Kettenpolymerisation; (radikalische) lebende Polymerisationen, ionische Polymerisationen, stereospezifische Polymerisation, ringöffnende Polymerisation, Copolymerisation, Block- und Pfropfcopolymere, polymeranaloge Reaktionen, Flory-Huggins-Theorie, experimentelle Methoden zur Bestimmung von Molmassen und Molmassenverteilungen (Osmose, Lichtstreuung, Gelpermeationschromatographie, Viskosimetrie), Eigenschaften von Polymeren im festen Zustand, Glasübergang, Teilkristallinität.

Chemie und Technologie der Polymere

Polyester, Polyamide und Polyaramide etc. auch mit ihrer technischen Herstellung, nichtlineare Stufenwachstumsreaktionen, Polyurethane, Recycling von Polymeren, lebend radikalische Polymerisation, Herstellung von besonderen Molekülarchitekturen, Polymerisation mit Übergangsmetallkomplexen, Ziegler-Natta-Polymerisationen, Metallocen-Katalysatoren, Metathesepolymerisationen.

Eigenschaften und Analytik von Polymeren

Grundlegende Definitionen und Begriffe der physikalischen Polymerchemie, Analytik von Makromolekülen in der Lösung: Osmose, statische und dynamische Lichtstreuung, Gelpermeationschromatographie inklusive Kopplungstechniken, Viskosimetrie und Rheologie, Massenspektroskopie. Eigenschaften von Polymeren im festen Zustand: thermische Methoden, mechanische Eigenschaften und Methoden zu deren Untersuchung (Viskoelastizität, Gummielastizität, etc.).

Kohlenhydratchemie (KC):Chemie und Technologie der Kohlenhydrate (KC 1)

Strukturen; technische Reaktionen und Produkte; Carbonylreaktionen; Polyolreaktionen; Oligosaccharide; Polysaccharide; technische Anwendungen.

Biokatalysatoren - Anwendung und Perspektiven

Grundlagen, Struktur und Kinetik. Anwendung von Enzymen und Mikroorganismen; Immobilisierung; Charakterisierung; Reaktoren und Prozesse.

Lebensmitteltechnologie

Reaktionen und Verfahren, Grundoperationen (unit operations) und Apparate für die Gewinnung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Anhand von Beispielen aus den Bereichen Zucker, Stärke, Glucose u.a.: Kinetik, Reaktoren, Stoffübergang, Verweilzeitverteilung, Wärmeübergang, Viskosität, Wärmetauscher, Verdampfer; Kristallisatoren; mechan. Entwässerung: Pressen, Zentrifugen, Zerkleinern, Mahlen, Trennen, Sieben, Sichten, Zentrifugen, Separatoren, Pressen, Trocknen.

Produktionsintegrierter Umweltschutz

Internationale Vereinbarungen (z.B. Agenda21, Kyoto-Protokoll) und Gesetzgebung (z.B. Kreislaufwirtschaftsgesetz), Ökobilanzierung, life cycle assessment, Strategien des Umweltschutzes (end of pipe, cleaner production, sustainable development), Anwendungsbeispiele produktionsintegrierten Umweltschutzes in der chemischen, pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie (z.B. Sodaherstellung, Kontakt/Doppelkontaktverfahren, chemische/biotechnologische Acrylamidherstellung, chemisch/biotechnologische Aminopenicillansäure-Herstellung, Stärkehydrolyse und Zuckerfabrikation).

Biochemie (BC):Biochemie 1 / Biochemistry 1

Evolution der biochemischen Prinzipien und Reaktionen, Grundlagen des genetischen Codes, Aminosäuren und postsynthetische Modifikationen; Proteine: Beziehungen zwischen Struktur und Funkti-

on, Primärstrukturen, Sequenziertechnologien, Rolle der Proteasen, Sekundärstrukturen, ihre Bildung und Eigenschaften, strukturelle Proteine und ihre molekulare Basis (Keratin, Collagen, Elastin), Hämoglobine (Funktion eines globularen Proteins), Enzyme und Enzymkinetik (Grundlagen).

Evolution of biochemical principles and reactions, principles of the genetic code, amino acids and postsynthetic modifications; proteins: structure-function relationships, primary structures, sequencing technologies, role of proteases, secondary structures, their formation and properties, structural proteins and their molecular basis (keratin, collagen, elastin), hemoglobins (function of a globular protein), enzymes and enzyme kinetics (basic principles).

Struktur und Funktion der Zelle 1 / Structure and Function of the Cell 1

Grundlagen pro- und eukaryotischer Zellen, Struktur und Synthese von Biomolekülen, Struktur und Funktion von Organellen, Biosynthese von Proteinen, Mechanismen der DNA-Replikation, Mechanismus und Kontrolle von RNA-Transkription, RNA-Prozessierung, intrazellulärer Transport von Proteinen, rekombinante DNA-Technologie und biotechnologische Methoden.

Principles of pro- and eucaryotic cells, structure and synthesis of biomolecules, structure and function of organelles, biosynthesis of proteins, mechanisms of DNA replication, mechanisms and control of RNA transcription, RNA processing, intracellular traffic and sorting of proteins, recombinant DNA technology and biotechnological methods.

Technische Biochemie 1 / Technical Biochemistry 1

Grundlagen der Biokatalyse mit Enzymen und ganzen mikrobiellen Zellen: Bevorzugte Nutzung von Hydrolasen und Oxidoreduktasen, Biokatalyse zur Aminosäure-Produktion und zur Modifikation von β -Lactam-Antibiotika, Immobilisierung von Biokatalysatoren, Enzyme in organischen Lösungsmitteln, Reaktionsmechanismen, maßgeschneiderte Biokatalysatoren, Protein-Engineering (Protein-Design, gerichtete Evolution), katalytisch aktive Antikörper. Grundlagen der mikrobiellen Biotechnologie: Stammidentifizierung, Wachstumskinetik (Batch- u. kontinuierliche Kultur), Sauerstofftransportrate, Messtechniken für O_2 , CO_2 , pO_2 , Bioreaktortypen.

Principles of biocatalysis with enzymes and whole microbial cells, preferential use of hydrolases and oxidoreductases, biocatalysis for amino acid production and modification of β -lactam antibiotics, immobilization of biocatalysts, enzymes in organic solvents, reaction mechanisms, tailor made biocatalysts, protein engineering (protein design, directed evolution of enzymes), catalytically active antibodies, principles of microbial biotechnology, bioprocess engineering.

Theoretische Chemie (ThC):

Fortgeschrittene Theoretische Chemie

Quantenmechanik 2, Vielteilcheneffekte, relativistische Quantenmechanik, Statistische Mechanik, Festkörpertheorie, Nichtlineare Phänomene, Theoretische Biologie oder ein anderes fortgeschrittenes Gebiet der Theoretischen Chemie.

Umweltchemie (Ökologische Chemie, ÖC):

Ökologische Chemie 1 (Grundlagen/Konzepte)

Grundbegriffe, substanzbezogene Konzepte und Kriterien (Produktion von Chemikalien, Anwendungsmuster, Ausbreitung in der Umwelt, Persistenz und Abbau, biotische und abiotische Umwandlungen), medienbezogenen Konzepte und Kriterien (Bereiche Luft, Wasser u. Boden), spartenbezogene Konzepte und Kriterien (Abwasser- und Abfalltechnik, Sparten der chemische Industrie).

Ökologische Chemie 2 (Fallbeispiele)

Aktuelle Themen aus dem Bereich der Umweltchemie (z.B. Altlastenproblematik, Ökotoxizität von Umweltchemikalien, Chemikalienbewertung).

Lebensmittelchemie (LC):

Lebensmittel- und Umweltanalytik

Physikalische Grundlagen, instrumenteller Aufbau und Funktionsweise sowie Anwendung analytischer Methoden in vier Themenkomplexen:

I: Hauptbestandteile: Klassische Methoden (Trockenmasse, Kohlenhydrate/Reduktionsmethoden, Fettbestimmung, Stickstoff/Kjeldahl und Dumas, Bestimmung der Asche), elektrochemische Me-

thoden (Polarographie, Potentiometrie, Dielektrometrie), Enzymatische Methoden; andere Methoden zur Bestimmung der Hauptbestandteile, NIR/NMR

- II: Spektroskopie: das elektromagnetische Spektrum, Atomabsorptions-Spektroskopie, Massenspektrometrie (Ionenquellen, Analysatoren), UV/Vis-Spektroskopie, Fluoreszenz, Chemilumineszenz, Phosphoreszenz, IR-, NIR- und Raman-Spektroskopie, Transmission und Reflexionsmessungen, ESR-Spektroskopie, NMR-Spektroskopie, Circular dichroismus (CD) und Optische Rotationsdispersion (ORD)
- III: Chromatographie, Theorie des Trennprozesses, Grundbegriffe und -gleichungen, TLC (Arbeitstechniken, HPTLC, AMD, Kopplungstechniken/Transfer, Anwendungen), HPLC (isokratische/Gradientenanlagen, Säulen/Phasenmaterialien, Module, Detektoren, Kopplungstechniken), GC (Aufbau, Säulen/gepackte und Kapillar-, Phasenmaterialien, Injektoren, Detektoren, Kopplungstechniken); HPLC- GC-Kopplung
- IV: Molekularbiologische Methoden: Methoden der grünen Gentechnik, Nucleinsäureaufbau und -analytik (Isolierung, Amplifizierung, Trennung mittels Gelelektrophorese, Blotting, Hybridisierung, Restriktionsverdau, Sequenzanalyse), immunochemische Methoden (Diffusions- und elektrophoretische Verfahren, Injektions-Fließ-Systeme, ELISA-Testformate, Biosensoren), Massenspektrometrie von Biomolekülen, stereochemische Analytik (enantioselektive Trennverfahren)

Chemie und Technologie der Lebensmittel

Chemische Zusammensetzung, Gewinnung und Analytik von Lebensmitteln, chemische Veränderungen bei der Be- und Verarbeitung, der Lagerung und dem Transport: Chemie der Inhaltsstoffe von Lebensmitteln in vier Themenkomplexen:

- I: Lipide: Fettsäuren, Glyceride, Fettanalytik, Fettverderb, Biosynthese u. Metabolismus, Fettbegleitstoffe, unverseifbare Anteile, Carotinoide, fettlösliche Vitamine, Fettgewinnung und -raffination, Härtung, Modifizierungen, Warenkunde: Butter, Margarine, Fette und Öle.
- II: Kohlenhydrate: Entstehung, Konstitution, Konfiguration und Konformation von Monosacchariden, Reaktionen der Polyhydroxycarbonylverbindungen unter sauren und alkalischen Bedingungen, Bräunungsreaktionen und Aromabildung, Aufbau von Di-, Oligo- und Polysacchariden; Vorkommen von Kohlenhydraten in Lebensmitteln, Struktur und physikochemische Eigenschaften: Wasserbindungsvermögen, Kristallinität, Löslichkeit, Glasübergangstemperatur, dickende, gel- und filmbildende, konservierende Wirkung, Aromabindung; ernährungsphysiologische Bedeutung: Brennwert, Insulinabhängigkeit, Karies, Süßkraft; Zuckeraustauschstoffe; Süßstoffe; Polysaccharidderivate: polymeranaloge Umsetzung; qualitative und quantitative Analytik von Kohlenhydraten und ihren Folgeprodukten
- III: Proteine: Strukturen: proteinogene Aminosäuren, weitere Aminosäuren, Biosynthese, chemische Synthese, Metabolisierung, Reaktionen der Aminosäuren, Peptidsynthese, Sequenzermittlung, Aminosäureanalytik, Proteinanalytik, Peptide, Proteinklassen, Biologische Wertigkeit, Enzyme, technische Enzyme, Warenkunde: Ei, Fleisch, Fisch
- IV: Wasser: Eigenschaften und Funktion im Lebensmittel; Analytik, Sorptionsisothermen, Thermoanalyse, DSC; Mineralstoffe: Mengen- und Spurenelemente, Vorkommen, Funktion im Stoffwechsel, Speicherformen, ernährungsphysiologische und technologische Bedeutung, Elementspezies-Analytik, Radioaktivität und ihr Nachweis; wasserlösliche Vitamine: Geschichte, Bedeutung, Vorkommen, Stabilität, physiologische Funktionen, Synthese und Analytik.